農業氣象、空氣污染與酸雨對農業生產影響及因應措施
研討會論文專輯 73-86, 1996

濱海地區空氣中氯、鈉及火力發電廠排放物對作物生長之影響

謝慶芳 徐國男
臺灣省台中區農業改良場

摘要……74
英文摘要……74
前言……75
材料與方法……75
結果與討論……75
結論……77
引用文獻……77

濱海地區空氣中氯、鈉及火力發電廠排放物對作物生長之影響

謝慶芳　徐國男
臺灣省臺中區農業改良場

摘　　要

濱海地區二期作水稻每年都有穀粒大量變褐色，產量很低情形，各鄉鎮農民時常起來抗議表示是台中火力發電廠造成空氣污染所引起，因而對各有關單位造成很大之壓力。是否眞的是火力發電廠的排放物所引起，或另有其他原因，必須有科學證據，才能化解其糾紛。本調查地區二期作水稻植物體化驗結果，只有可溶性硫和氟含量有較一期作高之傾向，但其含量很低，仍不致於影響水稻之正常生長與產量，此一資料顯示民國八十三年七月至八十四年六月期間並未發現任何明顯證據證明台中火力發電廠排出廢氣影響到中部沿海地區二期作水稻之生長和產量。但現場調查結果，則發現本地區二期作水稻產量較低之原因除其有效穗數較少外主要爲稻穀變褐色，穀粒不充實而空粒多，而引起上述症狀之原因有二：一爲東北季風所帶來含鹽冷風，使抽穗期之水稻無法正常受孕而變成空粒並使穀粒尖端變成褐灰色，二爲本地二期作幾乎全部是再生稻，由於施藥管理不夠或不當以致葉鞘內有許多稻細蟎爲害，而引起葉鞘腐敗並咬傷幼穗使穀粒表面變成褐色、並造成不充實粒和空粒特別多。

關鍵語：沿海地區水稻、歉收、東北季風、稻細蟎、火力發電廠空氣污染。

The Effect of Different Air Pollutants on the Growth of Crops in the Coastal Area of Central Taiwan.

Ching-Fang Hsieh and Kou-Nan Hsu (Taichung District Agricultural Improvement Station)

ABSTRACT: The second crop of rice in the coastal area of central Taiwan is always encountered with the problem of browned rice and low yield. Many farmers are protesting that this growth failure is caused by the pollutants from Taichung Fire Power Plant. Whether their protesting is right or not, it should have a scientific evidence to support it. The results of this survey showed that only the sulphate and fluoride contents in the rice plants of the second crop tended to be higher than that of the first crop, but these concentrations were still very low. Therefore it is unlikely to be able to affect the normal growth and yield of rice. Data showed that there is no clear evidence to support the suspicion that the pollutants from Taichung Fire Plant had affected the growth and yield of the second crop of rice in the coastal area of central Taiwan during the period of July, 1994 to June. 1995. However according to this survey the low yield of the second crop of rice is mainly caused by less panicle number as well as the higher percentage of unfilled or imperfectly filled browned grain. The latter was mainly caused by two factors. One is the salty cold north-east moonsoon that usually affects the rice plants during flowering stage to induce sterile unfilled grain with a brown-grey symptom on the tip of the grain. Another is the rice small mite that multiply in the sheath of rice plants to induce the sheath rot and the unfilled or imperfectly filled browned grain.

Key word: Rice plant in the coastal area, Growth failure, North-east monsoon, Rice small mite, Pollution from fire power plant.

前　　言

台灣中部沿海地區包括大甲、大安、清水、梧棲、龍井、和美、伸港、線西、鹿港等鄉鎮比較接近海岸地帶通常到十月中旬即開始產生東北季風，稍微晚一點揷秧的二期作水稻，常在開花期遇到强勁而寒冷的東北季風吹襲而無法正常稔實，以致產量都很低，因而本地區二期作過去都盡量提早揷秧以避免其害，後來爲了省工則多數改留再生稻，然而近年來工商業發達，一些工廠排煙也成爲損害作物的禍源，這是無論國內或國外都常會遭到的公害問題。台中火力發電廠是最受注目而被懷疑的公害製造者，因而常有一些抗議行動發生。是否火力發電廠的排放物眞的對作物發生傷害作用，或仍舊是東北季風爲禍首，必須查明清楚，如果是該賠償的就應該按照合理的標準付錢，使農民的血汗能夠獲得適當補償，如果是不該賠償的也不應該隨便花錢，以免使納稅人花了冤枉錢，有失公道。

本調查之主要目的是希望從田間作物生長和外觀症狀之調查研究以及植物體和土壤成分之化學分析，以瞭解中部沿海地區作物歉收之原因，以供主政單位研擬作物災害處理對策之參考。

材料與方法

本調查是從民國八十三年七月起至八十四年六月止。調查對象爲水稻，八十三年部分屬於二期作，八十四年部分則爲一期作。雖然中部沿海地區約有十個鄉鎮二期作都屬於低產地區，因限於人力，本調查只選擇龍井、線西和鹿港等三個靠近海岸和台中火力發電廠之鄉鎮進行，以便了解多年來被指責之台中火力發電廠排氣是否對本地區二期作水稻產量有影響。

田間部分主要調查水稻株高、有效分蘗數、產量及產量構成因素等，如有可疑症狀也予調查記錄，以供進一步研判之參考。

植物體分上葉、下葉及全株等三部分採樣。採樣後不加水洗，直接烘乾後磨粉以供化驗。鈣、鎂、鈉、鉀等鹽基性元素以AR級硫酸和過氧化氫將植物體消化後分別以原子吸光儀和火焰光度計測定。可溶性硫酸離子是以0.01M HCl 萃取後以 Barium chloranilate 法測定，氯離子是以AR級濃硫酸將植物體消化並經 KOH 吸收後以 mercuric nitrate法滴定，氟離子則以 1N 鹽酸萃取後以電極法測定。

結果與討論

本年度調查結果，龍井鄉沿海八十四年一期作台農67號水稻發育都相當正常，其生長和產量(表二)都明顯高於八十三年二期作(表一)，株高一期作104.5～115.6cm，高於二期作之94.3～101.6cm；每欉穗數一

期作25.8～29.1支，高於二期作之15.9～20.6支；每穗粒數一期作78～91粒，高於二期作之54～69粒；稔實率一期作86.6～91.5%，高於二期作之65.4～80.1%；千粒重一期作24.0～25.5g，高於二期作之20.8～23.4g；稻穀產量一期作5.95～8. 20kg/10m^2，高於二期作之3.76～4.95kg/10m^2；但褐穀比率一期作只有2.5～4.2%，而二期作則有53.6～81.9%，此一結果顯示二期作水稻產量較低之原因除因生長較差，每欉穗數較少外，空粒及不充實粒多以致稔實率低也是重要原因，而引起空粒多、穀粒不充實之原因顯然有二，一爲東北季風帶來含鹽冷風直接傷害抽穗開花期之穀粒，二爲潛藏在葉鞘內之稻細蟎傷害花芽分化期至抽穗期之穀粒，前者主要使穀粒尖端變成褐色(圖1)，而後者則除可使穀粒各部位都變成褐色外(圖2)，葉鞘內部也會變成褐色(圖3)，但葉鞘外面都正常(圖4)，以25倍擴大鏡檢查可以看到稻細蟎成蟲、幼蟲和卵，以葉鞘內部最多(圖5)，稻殼內部也有少量(圖6)，主要原因是本地區爲避免東北季風爲害，二期作都留再生稻，由於施藥不夠或不當以致稻細蟎較易滋生之緣故。植物體分析結果(表三及四)，二期作最靠近海岸之第一點鈉 1.21～1.44%，氯1.18～2.11%，第二點鈉 0.84～0.87%，氯0.80～1.15%，都有高於一期作第一點鈉0.74～0.80%，氯0.64～1.02%，第二點鈉0.69～0.98%，氯0.86～1.02%傾向，表示二期作似有受到一些鹽水霧影響，但似乎不是影響二期作水稻結實不良之重要原因；至於二期作水稻植物體之硫和氟含量雖有高於一期作傾向，但其含量都很低，顯然對水稻之正常生長和產量不會有影響。土壤分析結果(表五)，各項目也都大致正常。

線西鄉沿海之情形也與龍井鄉非常相似，八十四年一期作台農67號水稻發育很正常，其生和產量(表七)都明顯高於八十三年二期作(表六)，株高一期作104.2～108.3cm，高於二期作之82.1～102.5cm；每欉穗數，一期作23.4～27.8支，高於二期作之13.9～15.9支；每穗粒數一期作78～97粒，高於二期作之59～69粒；稔實率一期作87.6～94.8%，高於二期作之67.8～73.0%；千粒重一期作24.0～24.6g，高於二期作之22.5～24.2g；稻穀產量一期作6.40～7.45kg/10m^2，高於二期作之3.42～5.87kg/10m^2，而褐穀百分率一期作只有1.8～3.3%，明顯低於二期作之43.0～71.5%。所以線西鄉沿海二期作稻穀產量較低之原因除水稻生長較差，每欉穗數較少外，也是東北季風所帶來含鹽冷風及稻細蟎爲害所引起之稻穀變成褐色，空粒或不充實粒多之關係。植物體分析結果(表八及九)，只有二期作最靠近海岸之第一點鈉0.92～1.24%，氯0.94～1.57%，有高於一期作第一點鈉0.61～0.88%，氯0.76～1.01%傾向，但對水稻之正常生長影響似乎不大；至於稻株之可溶性硫和氟含量，雖然二期作也明顯高於一期作，但其含量仍然很低，對水稻之正常生長和產量顯然也不會有影響。土壤分析結果(表十)，各項目也都大致正常。

鹿港鎮沿海情形也與龍井鄉和線西鄉相似，本地區所調查爲台中秈10號，八十四年一期作水稻發育正常，生長和產量(表十二)都高於八十三年二期作，株高一期作106.8～115.4 cm，高於二期作之88.1～94.5cm；每欉穗數一期作18.3～20.2支，高於二期作之10.5～15.7支；每穗粒數一期作94～121粒，高於二期作之54～78粒；稔實率一期作86.7～93.4%，高於二期作之75.2～88.4%；千粒重一期作25.3～25.8g，高於二期作之22.9～24.3g；稻穀產量一期作7.35～8.56kg/10m^2，高於一期作之4.37～6.36kg/10m^2；褐穀百分率一期作3.6～5. 9%，低於一期作之69.0～88.7%，所以本地區二期作稻穀產量較一期作低之原因，除因生長較差每欉穗數較少外，仍以東北季風所帶來含鹽冷風及稻細蟎爲害所引起之空粒多、穀粒不充實爲主。植物體分析結果(表十三及十四)，二期作稻株之鈉和氯含量都有高

於一期作傾向，但對水稻產量之影響仍不大；二期作稻株之可溶性硫和氟含量也明顯高於一期作，但其含量仍很低，尙不致於影響水稻之正常生長和產量。土壤化驗結果，只有二期作最靠近海邊之第一點鹽分含量4.19mmhos/cm有過高現象，但其稻穀產量6.05kg/10m^{2}反而高於鹽分1.10和0.64mmhos/cm之第二和第三點之4.37和4.75kg/10m^2，表示土壤鹽分不是影響本地區二期作水稻低產之重要原因。

結　　論

綜合以上結果，可以說中部沿海地區本年度二期作水稻產量較一期作低之原因，除因二期作水稻生長較差，有效穗數較少外，主要是東北季風所帶來含鹽冷風和稻細蟎爲害所引起之空粒和不充實粒特別多之緣故，而本地區二期作都留再生稻又施藥管理不當爲引起稻細蟎滋生爲害之主要原因。至於台中火力發電廠所排放空氣污染物之影響仍不明顯。解決之道，作者認爲應加强防風設施或多種植防風林，再生稻則從割椿開始就應加强施藥管理工作，火力發電廠之排氣也應加强監控，以免造成人爲疏失。

引用文獻

李國欽、李貽華 1984 空氣污染爲害植物之診斷 臺灣植物保護中心。
孫岩章 1985 臺灣地區之空氣污染物質。公害對農業生產之影響研討會論文專集。p.119-133. 臺灣省農業藥物毒物試驗所。
莊進源、孫岩章 1984 空氣污染公害之鑑定技術及圖鑑 行政院衛生署環境保護局。
陳清義、陳明義等 1981 空氣污染影響作物之試驗研究 臺灣省空氣污染影響農作業實況調查改善及試驗研究工作報告 p.50～57. 臺灣省環境衛生實驗所。
廖乾華 1985 窯業工廠廢氣對農作物損害的受害症狀及產量的影響。公害對農業生產之影響研討會論文專集 p.49～58. 臺灣省農業藥物毒物試驗所印行。
鄭榮賢 1985 水泥廠煙灰對農作物及土壤之影響 公害對農業生產之影響研討會論文專集 p.33～40. 臺灣省農業藥物毒物試驗所。
鍾旭和 1985 空氣污染對林木之影響 公害對農業生產之影響研討會論文專集 p.1～32. 臺灣省農業藥物毒物試驗所。
謝慶芳 1987 窯業煙害地區耕作適種作物試驗 台中區農業改良場尙未發表試驗報告。
謝慶芳 1993 植物對氟化物、硫氧化物及氮化物之反應 台灣地區空氣污染與農業氣象對作物生產影響研討會專輯 p.117～135。
羅美棧、張隆成、黃孝信 1981 空氣污染影響農業實況調查 臺灣省空氣污染影響農業實況調查改善及試驗研究工作報告 p.7～13. 臺灣省環境衛生實驗所。
羅美棧、陳隆成、黃孝信 1981 苗栗縣竹南、頭份地區空氣污染改善 臺灣省空氣污染影響農業實況調查改善及試驗研究工作報告 p.14～49. 臺灣省環境衛生實驗所。
山添文雄 1962 弗化水素による煙害の實態ならびの機作に關する研究。 農技研報告 B12: 1 -125。
山添文雄 1975 大氣污染 環境污染と農業 p.25～93. 博友社。
山添文雄、眞弓洋一 1975 大氣污染による植物被害の鑑定法に關する研究。 農技研報告 B27:1-60。
中村拓 1979 大氣污染の植物への障害の作用機作 大氣環境の變化と植物(山本義一監修)p.133～146. 東京大學出版會。
谷山鐵郎 1979 硫黃酸化物とイネ 大氣環境の變化と植物(山本義一監修)p.95～112. 東京大學出版會。
反井弘 1974 大氣污染 農業公害ハンドブック p.1～52. 地人書館。
涉谷政夫等 1975 大氣污染環境污染と農業

(博友社) p.25-93。

Bertolacini, R.J., and J.E. Barney II. 1957. Colorimetric determination of sulfate with barium chloranilate. Anal. Chem. 29:281-283.

Bertolacini, R.J., and J.E. Barney II. 1958. Ultraviolet sectrophotometric determination of sulfate, chloride, and fluoride with chloranilic acid. Anal. Chem. 30: 202-205.

Bieberdorf, F. W., C. L. Shrewsbury, H. L. Mckee, and H. L. Krough. 1957. Vegetation as an indicator of air pollution, Part. 1 The pine (Pinus taeda). Bull. Torrey Bot. Club 85:197-200.

Brewer, R.F. 1966. Fluorine, In "Diagnostic Criteria for Plants and Soils" p. 180-196, ed. by H.D.Chapman.

Heck, W.W. and C.S. Brandt. 1977 Effects of air pollution on vegetation: Native, Crops, Forests. In: "Air Pollution" A.C. Stern p. 157～230. Academic Press, New York.

Johnson, D.W., G.S. Henderson, D.D. Huff, S. E.Lindberg, D. D. Richter, D.S. Shriner, D.E.Todd, and J. Turner. 1982. Cycling of organic and inorganic sulfur in a chestnut oak forest. Oecologia (Berl.)54:141-148.

Kelly, J., and M.J. Lambert. 1972. The relationship between sulphur and nitrogen in the foliage of Pinus radiata. Plant Soil 37: 395-407.

Ogiso, T., T. Matsui, H. Inoue. 1966. Observation of air pollution by filter paper method in the district of china manufacturing(I)J. Hygi. Chem.(Japan), 12: 156～160.

Ogiso, T. 1967. Observatoin of air pollution in the district of china manufacturing. II. On the fluorine contents in raw materials of china and fluorine in air determined by alkaline filter paper method. J.Hygi. Chemi.(Japan) 13:143～147.

Page, A.L. et. al. 1982. Soluble fluorine and sulfur. In:"Methods of Soil Analysis" P. 472-473, 501-538, Amer. Soc Agronomy.

Rao, MN and HVN Rao. 1989. Effects of air pollution on plants. In: "Air Pollution" p. 61～69, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.

Richards, L.A. 1969. Methods of plant culture and plant analysis, in "Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils". p.133～134.

Richter, D.D., and D.W. Johnson. 1983. Determination of inorganic sulfate in foliage with barium chloranilate. Soil Sci. Soc. Am. J. 47: 522-524.

Smith, W. H. 1981. Forest Stress: Symptomatic foliar damage caused by air contaminants. In: "Air Pollution and Forests" p.267～295.

Sun, E.J. and H.J. Su 1985. Fluoride injury to rice plants caused by air pollution emitted from ceramic and brick factories. Environmental Pollution (series A) 37:335-342, Bureau of Environmental Protection, ROC.

Sun, E.J. 1989. Sweet potato used as a biological indicator for acute air pollution injury. Plant Protection Bulletin. 31:248～255, ROC.

表一、龍井鄉沿海八十三年二期作水稻生長與產量調查

Table 1. The growth and yield of the 2nd crop of lowland rice in the coastal area of Lungching Hsiang in Taichung Hsien in 1994. [1)]

Location	Varieties	Plant height cm	Panicle number per hill	Grain number per panicle	Filled grain %	1000 grain weight g	Grain yield $kg/10m^2$	Grain /straw ratio	Browned grain %
1[2)]	Tai nung 67	101.6	15.9	69	80.1	23.4	4.51	0.75	53.6
2	Tai nung 67	94.3	18.7	56	71.4	20.8	3.76	0.48	81.9
3	Tai nung 67	100.4	19.6	66	75.2	22.7	4.95	0.58	62.7
4	Tai nung 67	97.4	20.6	54	65.4	21.9	4.16	0.57	78.4

1) The figures in the table are the averages of 4 replications.
2) 1 and 2 are closer to the sea than 3 and 4.

表二、龍井鄉沿海八十四年一期作水稻生長與產量調查

Table 2. The growth and yield of the lst crop of lowland rice in the coastal area of Lungching Hsiang in Taichung Hsien in 1995. [1)]

Location	Varieties	Plant height cm	Panicle number per hill	Grain number per panicle	Filled grain %	1000 grain weight g	Grain yield $kg/10m^2$	Grain /straw ratio	Browned grain %
1[2)]	Tai nung 67	105.1	27.6	78	91.5	25.2	5.95	0.78	2.6
2	Tai nung 67	110.3	25.8	85	88.5	24.3	7.05	1.03	4.2
3	Tai nung 67	115.6	29.1	91	86.6	24.0	8.20	0.86	2.5
4	Tai nung 67	104.5	27.2	84	90.2	25.5	7.20	0.92	3.4

1) and 2): see table 1.

表三、龍井鄉沿海八十三年二期作採收期水稻植物體化驗結果

Table 3. Chemical analysis for the 2nd crop of rice plants sampled on Nov. 10, 1994, at Lungching coastal area in Taichung Hsien. 1)

Location	Plant parts	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Total basic element	SO_4^{-2} (%)	Cl^{-1} (%)	F^{-1} (%)	Total anion	Anion as % of basic element
1. 2)	UL 3)	0.31	0.25	1.26	1.93	3.75	0.63	1.69	0.0045	2.3245	61.99
	LL	0.29	0.35	1.44	1.69	3.77	0.72	2.11	0.0033	2.8333	75.15
	WP	0.14	0.16	1.21	1.23	2.74	0.53	1.18	0.0016	1.7116	62.47
2.	UL	0.42	0.24	0.84	1.54	3.04	0.54	1.05	0.0024	1.5924	52.38
	LL	0.37	0.31	0.85	1.53	3.06	0.65	1.15	0.0017	1.8017	58.88
	WP	0.15	0.18	0.87	1.23	2.43	0.48	0.80	0.0012	1.2812	52.72
3.	UL	0.40	0.25	0.74	1.37	2.76	0.62	0.78	0.0022	1.4022	50.80
	LL	0.37	0.37	0.77	1.43	2.94	0.92	0.93	0.0018	1.8518	62.99
	WP	0.17	0.23	0.97	1.51	2.88	0.80	0.79	0.0013	1.5913	55.25
4.	UL	0.37	0.24	0.76	1.43	2.80	0.55	0.75	0.0025	1.3025	46.52
	LL	0.37	0.38	0.74	1.32	2.81	0.83	0.85	0.0017	1.6817	59.85
	WP	0.16	0.21	0.88	1.17	2.42	0.69	0.64	0.0011	1.3311	55.00

1) and 2) : see table 1, 3) : UL=upper leaves, LL=lower leaves, WP=whole plant.

表四、龍井鄉沿海八十四年一期作採收期水稻植物體化驗結果

Table 4. Chemical analysis for the 1st crop of rice plants sampled on July 3, 1995, at Lungching coastal are in Taichung Hsien. 1)

Location	Plant parts	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Total basic element	SO_4^{-2} (%)	Cl^{-1} (%)	F^{-1} (%)	Total anion	Anion as % of basic element
1. 2)	UL 3)	0.58	0.18	0.76	1.61	3.13	0.52	0.92	0.0013	1.4413	46.1
	LL	0.57	0.23	0.74	1.53	3.07	0.77	1.02	0.0010	1.7910	58.3
	WP	0.25	0.14	0.80	1.42	2.61	0.60	0.64	0.0006	1.2406	47.5
2.	UL	0.48	0.22	0.69	1.42	2.81	0.41	0.89	0.0010	1.3010	46.3
	LL	0.49	0.21	0.69	1.44	2.83	0.51	1.02	0.0007	1.5307	54.1
	WP	0.24	0.18	0.98	1.71	3.11	0.67	0.86	0.0005	1.5305	49.2
3.	UL	0.53	0.23	0.72	1.48	2.96	0.47	0.92	0.0010	1.3901	47.0
	LL	0.63	0.32	0.75	1.49	3.19	0.73	1.21	0.0008	1.9408	60.8
	WP	0.25	0.21	1.03	1.79	3.28	0.72	0.91	0.0005	1.6305	49.7
4.	UL	0.73	0.19	0.66	1.35	2.93	0.58	0.85	0.0008	1.4308	48.8
	LL	0.70	0.23	0.60	1.27	2.80	0.74	0.91	0.0006	1.6506	59.0
	WP	0.26	0.17	0.79	1.44	2.66	0.71	0.71	0.0004	1.4204	53.4

1), 2) and 3) : see table 1 and 3.

表五、龍井鄉調查區土壤樣品化驗結果

Table 5. Chemical analysis for the paddy soil of the surveyed plots at Lungching Hsiang in Taichung Hsien. 1)

Crop season	Location	pH 1:1	EC mmhos /cm	OM %	Avail P ppm	Exchangeable Ca (ppm)	Exchangeable Mg (ppm)	Exchangeable Na (ppm)	Exchangeable K (ppm)	Exchangeable SO_4^{-2} (ppm)	Exchangeable Cl^{-1} (ppm)	Exchangeable F^{-1} (ppm)
2nd crop 1994	1 2)	5.43	0.74	3.25	51	554	192	239	90	231	78	4
	2	6.74	1.11	2.90	106	983	364	499	132	247	65	6
	3	5.48	0.80	5.40	92	1416	319	218	90	455	27	3
	4	5.85	0.64	4.78	60	1493	383	145	66	362	22	3
1st crop 1995	1	5.27	0.43	2.41	30	812	157	164	97	322	26	6
	2	5.68	0.59	2.55	53	1378	262	192	88	496	36	6
	3	5.53	0.69	5.11	90	2331	284	207	85	599	28	5
	4	5.61	0.80	4.81	51	2503	332	191	59	668	46	7

1) and 2): see table 1.

表六、線西鄉沿海八十三年二期作水稻生長與產量調查

Table 6. The growth and yield of the 2nd crop of lowland rice in the coastal area of Senshi Hsiang in Changhua Hsien in 1994. 1)

Location	Varieties	Plant height cm	Panicle number per hill	Grain number per panicle	Filled grain %	1000 grain weight g	Grain yield kg/10m²	Grain /straw ratio	Browned grain %
1 2)	Tai nung 67	82.1	14.2	59	73.0	23.3	4.92	0.65	43.0
2	Tai nung 67	102.5	13.9	60	69.6	22.9	4.95	0.63	71.5
3	Tai nung 67	101.7	14.0	69	71.3	24.2	3.42	0.70	46.2
4	Tai nung 67	96.9	15.9	64	67.8	22.5	5.87	0.68	61.4

1) and 2): see table 1.

表七、線西鄉沿海八十四年一期作水稻生長與產量調查

Table 7. The growth and yield of the lst crop of lowland rice in the coastal area of Senshi Hsiang in Changhua Hsien in 1995. 1)

Location	Varieties	Plant height cm	Panicle number per hill	Grain number per panicle	Filled grain %	1000 grain weight g	Grain yield kg/10m²	Grain /straw ratio	Browned grain %
1 2)	Tai nung 67	109.1	23.4	97	87.6	24.1	6.40	1.08	2.2
2	Tai nung 67	104.2	23.6	91	93.6	24.0	6.65	1.00	1.8
3	Tai nung 67	105.6	27.0	79	94.8	24.6	6.85	1.01	3.3
4	Tai nung 67	108.3	27.8	78	88.2	24.6	7.45	0.74	2.4

1) and 2): see table 1.

表八、線西鄉沿海八十三年二期作水稻採收期植物體化驗結果

Table 8. Chemical analysis for the 2nd crop of rice plants sampled on Nov.7., 1994, in Shenshi coastal area [1)]

Location	Plant parts	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Total basic element	SO_4^{-2} (%)	Cl^{-1} (%)	F^{-1} (%)	Total anion	Anion as % of basic element
1.[2)]	UL[3)]	0.25	0.31	1.24	1.61	3.06	0.82	1.57	0.0073	2.3973	78.34
	LL	0.29	0.40	0.99	1.37	3.05	0.86	1.37	0.0035	2.2335	73.23
	WP	0.14	0.25	0.92	1.70	3.01	0.64	0.94	0.0025	1.5825	52.57
2.	UL	0.32	0.25	0.93	1.53	3.03	0.56	0.67	0.0056	1.2356	40.78
	LL	0.39	0.43	0.96	1.64	3.42	0.29	0.67	0.0029	0.9629	28.15
	WP	0.15	0.20	0.77	1.26	2.38	0.17	0.37	0.0017	0.5417	22.76
3.	UL	0.38	0.21	0.71	1.31	2.61	0.39	0.74	0.0021	1.1321	43.38
	LL	0.42	0.30	0.70	1.33	2.75	0.57	0.85	0.0020	1.4220	51.71
	WP	0.17	0.18	0.80	1.39	2.54	0.55	0.64	0.0012	1.1912	46.90
4.	UL	0.42	0.25	0.69	1.34	2.70	0.46	0.82	0.0029	1.2829	47.51
	LL	0.42	0.42	0.67	1.23	2.74	0.56	1.11	0.0020	1.6720	61.02
	WP	0.16	0.19	0.72	1.23	2.30	0.38	0.69	0.0014	1.0714	46.58

1), 2) and 3): see table 1 and 3.

表九、線西鄉沿海八十四年一期作水稻採收期植物體化驗結果

Table 9. Chemical analysis for the lst crop of rice plants sampled on July 4, 1995, in Shenshi coastal area [1)]

Location	Plant parts	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Total basic element	SO_4^{-2} (%)	Cl^{-1} (%)	F^{-1} (%)	Total anion	Anion as % of basic element
1.[2)]	UL[3)]	0.80	0.25	0.61	1.23	2.89	0.27	0.86	0.0009	1.1309	39.1
	LL	0.81	0.33	0.68	1.33	3.15	0.36	1.01	0.0006	1.3706	43.5
	WP	0.32	0.20	0.88	1.62	3.02	0.28	0.76	0.0005	1.0405	34.5
2.	UL	0.57	0.24	0.67	1.38	2.86	0.30	0.90	0.0010	1.2010	42.0
	LL	0.60	0.30	0.74	1.48	3.12	0.49	1.08	0.0008	1.5708	50.3
	WP	0.25	0.23	0.81	1.54	2.83	0.43	0.69	0.0006	1.1206	39.6
3.	UL	0.56	0.18	0.77	1.56	3.07	0.46	0.94	0.0008	1.4008	45.6
	LL	0.63	0.21	0.76	1.49	3.09	0.59	0.98	0.0007	1.5707	50.8
	WP	0.22	0.15	0.75	1.40	2.52	0.44	0.58	0.0005	1.0205	40.5
4.	UL	0.67	0.15	0.72	1.45	2.99	0.31	0.81	0.0010	1.1210	37.5
	LL	0.63	0.21	0.67	1.31	2.82	0.49	0.88	0.0008	1.3708	48.6
	WP	0.22	0.13	0.71	1.29	2.35	0.44	0.56	0.0007	1.0007	42.6

1), 2) and 3): see table 1 and 3.

表十、線西鄉調查區土壤樣品化驗結果

Table 10. Chemical analysis for the paddy soil of the surveyed plots at Senshi Hsiang in Changhua Hsien.[1)]

Crop season	Location	pH 1:1	EC mmhos/cm	OM %	Avail P ppm	Exchangeable Ca (ppm)	Exchangeable Mg (ppm)	Exchangeable Na (ppm)	Exchangeable K (ppm)	Exchangeable SO_4^{-2} (ppm)	Exchangeable Cl^{-1} (ppm)	Exchangeable F^{-1} (ppm)
2nd crop 1994	1[2)]	6.63	0.70	2.86	196	1026	273	195	40	380	68	3
	2	6.21	0.54	3.67	94	1045	302	114	49	321	19	3
	3	5.51	0.74	3.25	23	1209	308	137	43	507	20	3
	4	6.08	0.43	2.38	34	1185	279	97	44	280	13	2
1st crop 1995	1	5.14	1.08	3.04	62	1893	204	115	37	1232	14	4
	2	5.91	0.52	3.06	62	1283	190	96	37	540	15	6
	3	5.53	0.42	2.12	23	1347	173	78	44	585	5	4
	4	5.03	0.52	2.96	16	1432	189	86	52	735	5	7

1) and 2): see table 1.

表十一、鹿港鎮沿海八十三年二期作水稻生長與產量調查

Table 11. The growth and yield of the 2nd crop of lowland rice in the coastal area of Lukang Chien in Changhua Hsien in 1994. [1)]

Location	Varieties	Plant height cm	Panicle number per hill	Grain number per panicle	Filled grain %	1000 grain weight g	Grain yield kg/10m²	Grain /straw ratio	Browned grain %
1 [2)]	Taichung Sen10	94.5	11.3	78	88.4	24.3	6.05	0.87	69.0
2	Taichung Sen10	89.0	10.5	65	77.3	23.7	4.37	0.75	77.2
3	Taichung Sen10	88.1	15.7	54	75.2	22.9	4.75	0.63	88.7
4	Taichung Sen10	92.1	13.3	60	76.8	23.1	6.36	0.68	84.8

1) and 2): see table 1.

表十二、鹿港鎮沿海八十四年一期作水稻生長與產量調查

Table 12. The growth and yield of the lst crop of lowland rice in the coastal area of Lukang Chien in Changhua Hsien in 1995. [1)]

Location	Varieties	Plant height cm	Panicle number per hill	Grain number per panicle	Filled grain %	1000 grain weight g	Grain yield kg/10m²	Grain /straw ratio	Browned grain %
1 [2)]	Taichung Sen10	112.0	18.3	101	90.4	25.7	7.55	1.12	5.4
2	Taichung Sen10	113.7	19.6	116	93.4	25.8	8.25	1.18	4.7
3	Taichung Sen10	106.8	19.6	94	88.0	25.8	7.35	1.00	3.6
4	Taichung Sen10	115.4	20.2	121	86.7	25.3	8.56	1.10	5.9

1) and 2): see table 1.

表十三、鹿港鎮沿海八十三年二期作水稻採收期植物體化驗結果

Table 13. Chemical analysis for the 2nd crop of rice plants sampled on Nov 14, 1994, in Lukang coastal area [1]

Location	Plant parts	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Total basic element	SO_4^{-2} (%)	Cl^{-1} (%)	F^{-1} (%)	Total anion	Anion as % of basic element
1.[2]	UL[3]	0.54	0.51	1.53	1.65	4.23	0.76	2.88	0.0044	3.6444	86.16
	LL	0.50	0.52	1.41	2.09	4.52	0.60	2.26	0.0018	2.8618	63.31
	WP	0.23	0.35	1.35	1.70	3.63	0.57	1.55	0.0014	2.1214	58.44
2.	UL	0.59	0.51	0.75	1.36	3.21	0.67	1.40	0.0024	2.0724	64.56
	LL	0.54	0.54	0.87	1.75	3.70	0.83	1.53	0.0019	2.3619	63.84
	WP	0.25	0.33	0.92	1.83	3.33	0.71	1.19	0.0012	1.9012	57.09
3.	UL	0.38	0.38	0.98	1.35	3.09	0.83	1.34	0.0047	2.1747	70.38
	LL	0.41	0.49	1.21	1.89	4.00	1.23	1.52	0.0026	2.7526	68.82
	WP	0.21	0.29	1.04	1.51	3.05	0.81	0.94	0.0015	1.7515	57.43
4.	UL	0.33	0.30	0.79	1.31	2.73	0.42	1.05	0.0038	1.4738	53.99
	LL	0.34	0.35	0.91	1.65	3.25	0.45	1.04	0.0020	1.4920	45.91
	WP	0.57	0.22	0.86	1.35	3.00	0.39	0.69	0.0014	1.0814	36.05

[1], [2] and [3]: see table 1 and 3.

表十四、鹿港鎮沿海八十四年一期作水稻採收期植物體化驗結果

Table 14. Chemical analysis for the lst crop of rice plants sampled on July 7, 1995, in Lukang coastal area [1]

Location	Plant parts	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Total basic element	SO_4^{-2} (%)	Cl^{-1} (%)	F^{-1} (%)	Total anion	Anion as % of basic element
1.[2]	UL[3]	0.60	0.30	0.61	1.27	2.78	0.46	0.81	0.0013	1.2813	46.1
	LL	0.63	0.38	0.78	1.62	3.41	0.71	1.25	0.0007	1.9607	57.5
	WP	0.21	0.23	1.02	1.39	2.85	0.60	0.87	0.0005	1.4705	51.6
2.	UL	0.68	0.29	0.70	1.52	3.19	0.72	0.93	0.0007	1.6507	51.8
	LL	0.64	0.31	0.86	1.67	3.48	0.92	1.20	0.0005	2.1205	60.9
	WP	0.24	0.22	1.01	1.72	3.19	0.83	0.90	0.0007	1.7307	54.3
3.	UL	0.77	0.20	0.59	1.24	2.80	0.39	0.77	0.0008	1.1608	41.5
	LL	0.83	0.27	0.71	1.40	3.21	0.65	0.87	0.0006	1.5206	47.4
	WP	0.30	0.18	0.81	1.62	2.91	0.30	0.76	0.0005	1.0605	36.4
4.	UL	0.55	0.23	0.77	1.49	3.04	0.27	0.75	0.0006	1.0206	33.6
	LL	0.51	0.29	1.08	1.81	3.69	0.46	0.99	0.0006	1.4506	39.3
	WP	0.19	0.18	1.19	1.45	3.01	0.24	0.71	0.0006	0.9506	31.6

[1], [2] and [3]: see table 1 and 3.

表十五、鹿港鎮調查區土壤樣品化驗結果

Table 15. Chemical analysis for the paddy soil of the surveyed plots at Lukang Chien in Changhua Hsien. [1]

Crop season	Location	pH 1:1	EC mmhos /cm	OM %	Avail P ppm	Exchangeable Ca (ppm)	Exchangeable Mg (ppm)	Exchangeable Na (ppm)	Exchangeable K (ppm)	Exchangeable SO_4^{-2} (ppm)	Exchangeable Cl^{-1} (ppm)	Exchangeable F^{-1} (ppm)
2nd crop 1994	1[2]	7.40	4.19	4.74	18	2814	488	1890	123	425	526	6
	2	7.72	1.10	3.60	6	2727	510	2514	97	402	37	8
	3	6.01	0.64	3.02	20	1127	260	157	53	366	45	3
	4	6.64	0.51	3.17	170	689	324	398	138	236	15	2
1st crop 1995	1	7.22	1.46	4.20	111	3316	404	300	82	965	126	8
	2	7.41	1.14	3.63	20	4761	402	214	90	803	43	12
	3	5.51	0.68	3.13	12	1807	218	166	56	760	28	6
	4	6.60	0.51	3.18	115	1111	255	361	96	431	11	7

[1] and [2]: see table 1.

誌　　謝

本試驗承蒙行政院農業委員會及台灣省政府農林廳補助經費，田間調查則由張清津、吳如澤和劉金錢先生、黃秀絨小姐協助，植物體及土壤化驗工作則蒙劉金錢先生和黃秀絨小姐幫忙，資料之整理與打字則由王幸千小姐協助完成，謹此敬表謝意。

圖1. 圖左稻穀有明顯風害症狀，穀尖變成褐色，圖中和右都只有輕微症狀

圖2. 稻細蟎為害穀粒各部位都會變成褐色

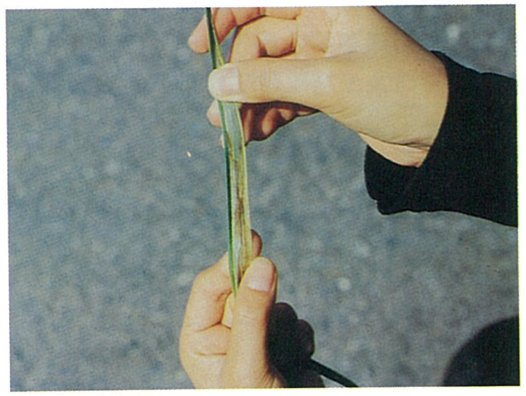

圖3. 稻細蟎為害稻株葉鞘內部變成褐色

圖4. 稻細蟎為害稻株葉鞘外部仍保持正常，但葉鞘內部已經變成褐色

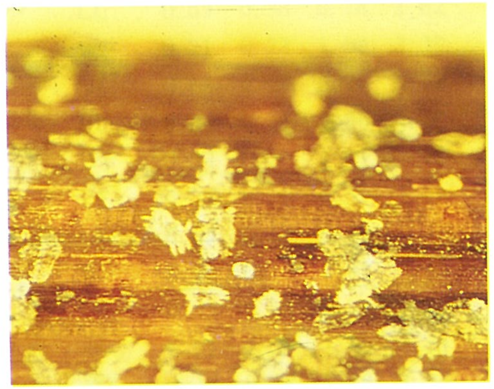

圖5. 受害稻株葉鞘內發現有大量稻細蟎成蟲、幼蟲和卵粒

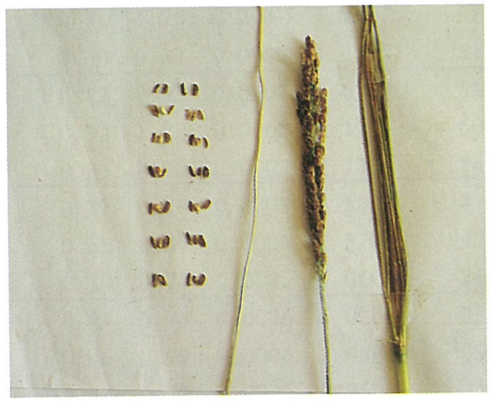

圖6. 從右至左為遭受稻細蟎為之葉鞘內部、稻穗、皺曲之穗梗、含有少量細蟎之稻殼